



②1 Aktenzeichen: P 38 29 885.6  
②2 Anmeldetag: 2. 9. 88  
④3 Offenlegungstag: 15. 3. 90

⑦1 Anmelder:  
Claussen, Claus-Frenz, Prof. Dr.med., 8730 Bad  
Kissingen, DE

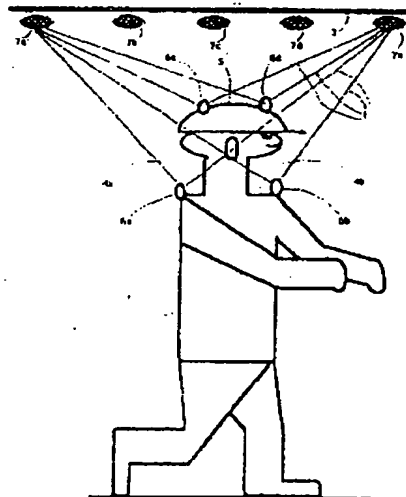
⑦4 Vertreter:  
Kessel, E., Dipl.-Ing.; Böhme, V., Dipl.-Ing.,  
Pat.-Anwälte, 8500 Nürnberg

⑦2 Erfinder:  
gleich Anmelder

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤4 Einrichtung zum fortlaufend erfolgenden, getrennten Aufzeichnen und Messen der Kopf- und Rumpfbewegungen beim Stehen und Gehen

Die Erfindung betrifft eine Einrichtung zum fortlaufend erfolgenden, getrennten Aufzeichnen und Messen der Kopf- und Rumpfbewegungen beim Stehen und Gehen, die aus einer am Probanden angeordneten, aus optischen Markern gebildeten Kopf- und Rumpfmarkierung sowie einer im Abstand vom Probanden ortsfest angebrachten, die optischen Signale der Marker kontinuierlich empfangenden und registrierenden Vorrichtung besteht. Die Einrichtung soll leicht bedienbar sein, eine hohe Meßgenauigkeit aufweisen, eine zeitkritische spektrale Bewegungsanalyse ermöglichen und Überlagerungen bzw. Überschneidungen bei der Aufzeichnung der optischen Signale vermeiden. Das wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß die Vorrichtung aus mindestens drei Sensoren besteht, die eine Vieleckanordnung einnehmen und deren Meßwerte in zeitlicher Abfolge miteinander abgleichbar und fortlaufend von einer Zentraleinheit in Form von Datenserien abfragbar sind. Außer im medizinischen Bereich kann die Einrichtung auch zur Überwachung von Personalebewegungen in gefährlichen Arbeitsbereichen oder in der Fördertechnik zur exakten Lokalisation und Führung bewegter Maschinen bzw. Werkstücke oder zur Montage eingesetzt werden.



## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Einrichtung zum fortlaufend erfolgenden, getrennten Aufzeichnen und Messen der Kopf- und Rumpfbewegungen beim Stehen und Gehen, die aus einer am Probanden angeordneten, aus optischen Markern gebildeten Kopf- und Rumpfmartierung sowie einer im Abstand vom Probanden ortsfest angebrachten, die optischen Signale der Marker kontinuierlich empfangenden und registrierenden Vorrichtung besteht.

Eine solche Einrichtung ist bislang bei der sogenannten Cranio-Corpo-Graphie (CCG) verwendet worden. Dieser bekannten Einrichtung haften jedoch mehrere Nachteile an. So befindet sich dabei, um einen ausreichenden Höhenabstand zwischen Probanden und optischer Empfangs- und Registriervorrichtung herzustellen, an der Raumdecke ein Spiegel, gegen den zentral von unten eine Kamera gerichtet ist; dadurch entsteht ein Zentralschatten, in dem nicht registriert werden kann. Ein weiterer Mangel besteht darin, daß zur Bedienung der Kamera ein schwieriges Überkopf-Arbeiten erforderlich ist. Da alle Aufnahmen nur außerhalb des Zentralschattens möglich sind, unterliegen sie einer Meßgenauigkeit durch parallaktische Verzerrung, die nach außen hin zunimmt, was recht ungünstig ist. Eine zeitkritische spektrale Bewegungsanalyse, die wegen der hierarchisch gestaffelten zentralnervösen Steuerung einflüsse von z.B. Großhirn, Hirnstamm und Rückenmark erforderlich ist, läßt sich mit der bekannten zweidimensionalen Einrichtung nicht durchführen. Schließlich wird eine auf die einzelnen Körper-Markierungspunkte abzielende Auswertung durch hin- und herschwingende Leuchtspurüberlagerungen bzw. -überschneidungen teilweise unmöglich gemacht.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Einrichtung zu schaffen, der diese Nachteile nicht anhaften. Ausgehend von der eingangs beschriebenen bekannten Einrichtung wird diese Aufgabe dadurch gelöst, daß die Vorrichtung aus mindestens drei Sensoren besteht, die eine Vieleckanordnung einnehmen und deren Meßwerte in zeitlicher Abfolge miteinander abgleichbar und fortlaufend von einer Zentraleinheit in Form von Datenserien abfragbar sind.

Bei dieser Ausgestaltung bewirkt die polygonale Sensorenanordnung den Fortfall eines Zentralschattens und die Vermeidung jeglicher parallaktischer Verzerrungen, da das beobachtete Objekt kleiner als das "elektronische Objektiv" ist. Das weitere Merkmal, wonach die Meßwerte in zeitlicher Abfolge miteinander abgleichbar und fortlaufend von einer Zentraleinheit in Form von Datenserien abfragbar sind, wobei ein rotierender Vergleich aller Sensorenmeßwerte stattfindet, ergibt eine räumlich-zeitliche Bewegungsstruktur der einzelnen Körper-Markierungspunkte, wodurch eine spektrale Bewegungsanalyse dieser Punkte möglich ist, und zwar im Hinblick auf die Ganzkörperbewegungen sowie auch auf die Körperteilbewegungen und die rechnerischen Körperdifferenzbewegungen, z.B. zwischen Kopf und Rumpf. Gerade die für die Diagnostik wichtigen Körperdifferenzbewegungen lassen sich mittels der Meßdaten-Zeitreihen sowohl tabellarisch als auch graphisch für die einzelnen Meßpunkte getrennt darstellen.

Zweckmäßigerweise sind die Sensoren als fotoelektrische Elemente bzw. Optokoppler ausgebildet. Das gewährleistet eine sehr rasche Umwandlung der von den Markern einfallenden Lichtenergie in elektrische Impulse.

In weiterer Ausgestaltung der Erfindung können die Sensoren entweder auf die Abgabe von Analogsignalen oder auf die Abgabe von analog-digital-gewandelten Signalen abgestellt sein. Die letztgenannte Alternative hat den Vorteil, daß die Zentraleinheit beständige Signale zur sofortigen Verarbeitung erhält, was die Störanfälligkeit durch Zuleitungswiderstände, Störfelder usw. vermindert.

Als Vieleckanordnung der Sensoren im Sinne der Erfindung hat sich ein Sechseck als besonders günstig erwiesen. Das Sechseck bietet zum einen eine für eine hochwertige Messung ausreichende große Vergleichsbasis und zum anderen die Möglichkeit, durch abstandslose wabenartige Aneinanderfügung mehrerer Sensoren-Vieleckanordnungen einen Raum ganzflächig abzudecken.

Gemäß einem weiteren Merkmal der Erfindung besteht die Zentraleinheit aus einem Digital-Computer. Dieser Computer vergleicht rotierend die von den Sensoren in Form von bitkodierten Helligkeitsunterschieden ankommenden Meßwerte und bestimmt dadurch die Flächenpunkte der maximalen Markerhelligkeiten. Außerdem führt der Computer weitere Operationen wie die Synthese der Wegmuster, die spektrale Analyse der Markerbewegungen hinsichtlich ihrer Frequenz- und Amplitudenanteile sowie deren numerische und graphische Darstellung, die Berechnung sowie die numerische und graphische Darstellung der Auswerteparameter, ds. Längsabweichung, Längsschwankung, Querschwankung, Seitenabweichung, rotierende Ganzkörperverdrehungen, winkelmäßige Kopf-Rumpf-Vstellungen, Kopf-Rumpf-Schwankungsdifferenzen und bevorzugte Bewegungs-Bestreichungs-Konfigurationen durch.

Es hat sich als vorteilhaft erwiesen, wenn der Digital-Computer mit mindestens einer Sensoren-Schnittstelle mit Multiplexer sowie ggf. mit einem Analog-Digital-Wandler versehen ist. Selbstverständlich kann jedoch jeder Sensor auch seinen eigenen Eingang in den Computer haben.

Für den Fall sehr präziser Markerlokalisationen ist es erforderlich, die maximale Zahl der möglichen Helligkeitsvergleiche auszuschöpfen. Dafür ist erfindungsgemäß vorgesehen, dem Computer im Zentrum der Vieleckanordnung eine Lichtquelle zuzuordnen, die bei kontinuierlicher Lichtabstrahlung hinsichtlich Lichtintensität und Farbe sowie bei intermittierender Lichtabstrahlung hinsichtlich Lichtintensität, Farbe und Rhythmus von ihm steuerbar ist. Auf diese Weise kann jeweils nur ein Marker wahrgenommen werden.

Dem gleichen Zweck dient eine weitere Ausgestaltung der Erfindung, gemäß welcher der Computer mit den Sensoren verbunden ist derart, daß sie hinsichtlich ihrer Lichtempfindlichkeit moduliert und/oder mit der Lichtquelle abgestimmt werden.

In der Zeichnung ist eine bevorzugte Ausführungsform der Erfindung am Beispiel der Anwendung der erfindungsgemäßen Einrichtung für eine medizinische Untersuchung der Kopf-Körper-Taumeligkeit dargestellt.

Es zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht der in einem Raum angebrachten Einrichtung,

Fig. 2 die Sensorenanordnung gemäß Fig. 1 im Aufblick,

Fig. 3 eine Draufsicht auf den Probanden gemäß Fig. 1,

Fig. 4 das Schema eines teilweisen rotierenden paar-

weisen Sensorenabgleichs,

Fig. 5 das Schema eines vollständigen rotierenden paarweisen Sensorenabgleichs,

Fig. 6 eine Seitenansicht eines abgewandelten Ausführungsbeispiels mit Fremdanregung,

Fig. 7 die Sensorenanordnung gemäß Fig. 6 und das Schema eines teilweisen rotierenden paarweisen Sensorenabgleichs,

Fig. 8 die Bewegungsleuchtspur eines beliebigen Markers und

Fig. 9 die Bewegungsleuchtsuren aller vier Marker.

In Fig. 1 ist ein Proband dargestellt, der sich in einem Raum bewegt, von dem Fußboden 2 und Decke 3 sichtbar sind. Auf den Schultern 4a und 4b sowie dem Helm 5 des Probanden 1 sind Marker 6a-6d angebracht, die Lichtstrahlen / aussenden. Diese Lichtstrahlen / werden von Sensoren 7a-7h empfangen und verarbeitet, die an der Decke 3 gehalten sind.

Fig. 2 zeigt die Anordnung der Sensoren 7a-7h in Form eines regelmäßigen Achtecks, während die Fig. 3 die räumliche Anordnung der Marker 6a-6d auf den Schultern 4a, 4b und dem Helm 5 veranschaulicht.

Fig. 6 zeigt im wesentlichen die gleiche Darstellung wie Fig. 1 mit dem einzigen Unterschied, daß im Zentrum des Sensorenvierecks eine Lichtquelle 8 als Fremdanregung für die dabei passiven, d.h. also keine eigene Lichtquelle besitzenden, nur reflektierenden Marker 6a-6d angeordnet ist. Die von der Lichtquelle 8 ausgehenden, von den Markern 6a-6d empfangenen Lichtstrahlen sind mit  $I_r$  bezeichnet.

Fig. 8 veranschaulicht den am Ausgangspunkt O beginnenden, sich sensenschnittartig fortsetzenden Bewegungsablauf des vermeintlich auf der Stelle tretenden Probanden 1, und zwar anhand der berechneten Bewegungsspur eines beliebigen Markers 6. Fig. 9 veranschaulicht das Gleiche für alle vier Marker 6a-6d, wobei zu erkennen ist, daß durch rechnergestützte Auseinanderziehung der einzelnen Bewegungsspuren jede für sich der vollständigen Betrachtung zugänglich ist, d.h. also, daß Verdeckungen bzw. Überlagerungen und/oder Überschneidungen aufgehoben sind.

Vorstehend ist die Erfindung am Beispiel einer medizinischen Anwendung erläutert worden. Selbstverständlich kommen jedoch auch andere Anwendungen in Betracht, so bsp. die Überwachung von Personabewegungen in gefährlichen Arbeitsbereichen wie z.B. in Kernkraftwerken; darüber hinaus sind aber auch Anwendungen in der Fördertechnik zur exakten Lokalisation und Führung bewegter Maschinen bzw. Werkstücke sowie schließlich auch zur Montage denkbar.

#### Patentansprüche

1. Einrichtung zum fortlaufend erfolgenden, getrennten Aufzeichnen und Messen der Kopf- und Rumpfbewegungen beim Stehen und Gehen, die aus einer am Probanden angeordneten, aus optischen Markern gebildeten Kopf- und Rumpfmarkierung sowie einer im Abstand vom Probanden ortsfest angebrachten, die optischen Signale der Marker kontinuierlich empfangenden und registrierenden Vorrichtung besteht, dadurch gekennzeichnet, daß die Vorrichtung aus mindestens drei Sensoren (7a, 7b, 7c) besteht, die eine Vieleckanordnung einnehmen und deren Meßwerte in zeitlicher Abfolge miteinander abgleichbar und fortlaufend von einer Zentraleinheit in Form von Datenserien abfragbar sind.

2. Einrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (7a, 7b, 7c, ...) als fotoelektrische Elemente bzw. Optokoppler ausgebildet sind.

3. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (7a, 7b, 7c, ...) auf die Abgabe von Analogsignalen abgestellt sind.

4. Einrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Sensoren (7a, 7b, 7c, ...) auf die Abgabe von analog-digital-gewandelten Signalen abgestellt sind.

5. Einrichtung nach den Ansprüchen 1-4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vieleckanordnung ein Sechseck ist.

6. Einrichtung nach den Ansprüchen 1-5, dadurch gekennzeichnet, daß die Zentraleinheit aus einem Digital-Computer besteht.

7. Einrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Digital-Computer mit mindestens einer Sensoren-Schnittstelle mit Multiplexer sowie ggf. mit einem Analog-Digital-Wandler versehen ist.

8. Einrichtung nach den Ansprüchen 6 und 7, dadurch gekennzeichnet, daß dem Computer im Zentrum der Vieleckanordnung eine Lichtquelle (8) zugeordnet ist, die bei kontinuierlicher Lichtabstrahlung hinsichtlich Lichtintensität und Farbe sowie bei intermittierender Lichtabstrahlung hinsichtlich Lichtintensität, Farbe und Rhythmus von ihm steuerbar ist.

9. Einrichtung nach den Ansprüchen 6-8, dadurch gekennzeichnet, daß der Computer mit den Sensoren (7a, 7b, 7c, ...) verbunden ist derart, daß sie hinsichtlich ihrer Lichtempfindlichkeit moduliert und/oder mit der Lichtquelle abgestimmt werden.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

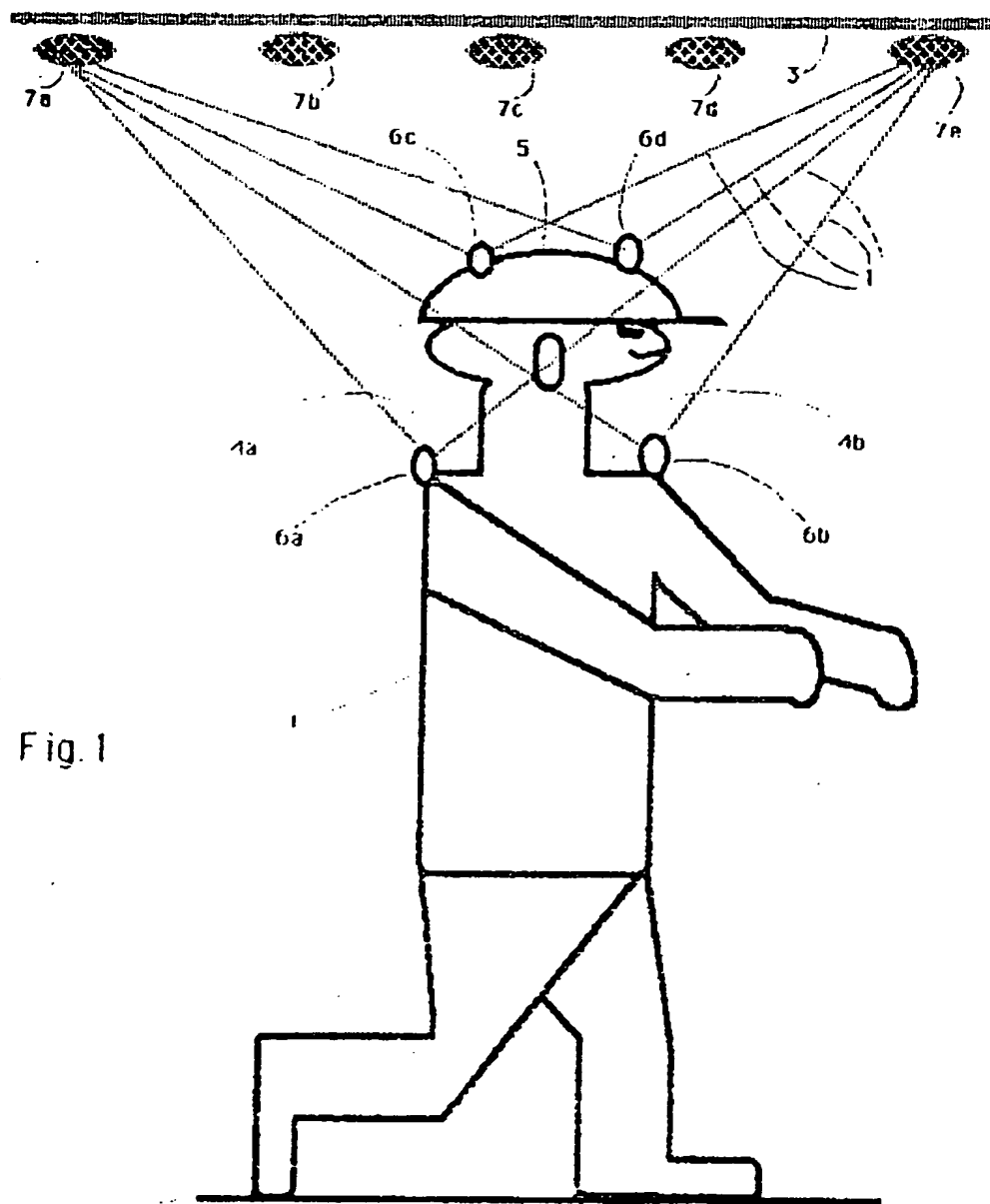


Fig. 1

Fig.2

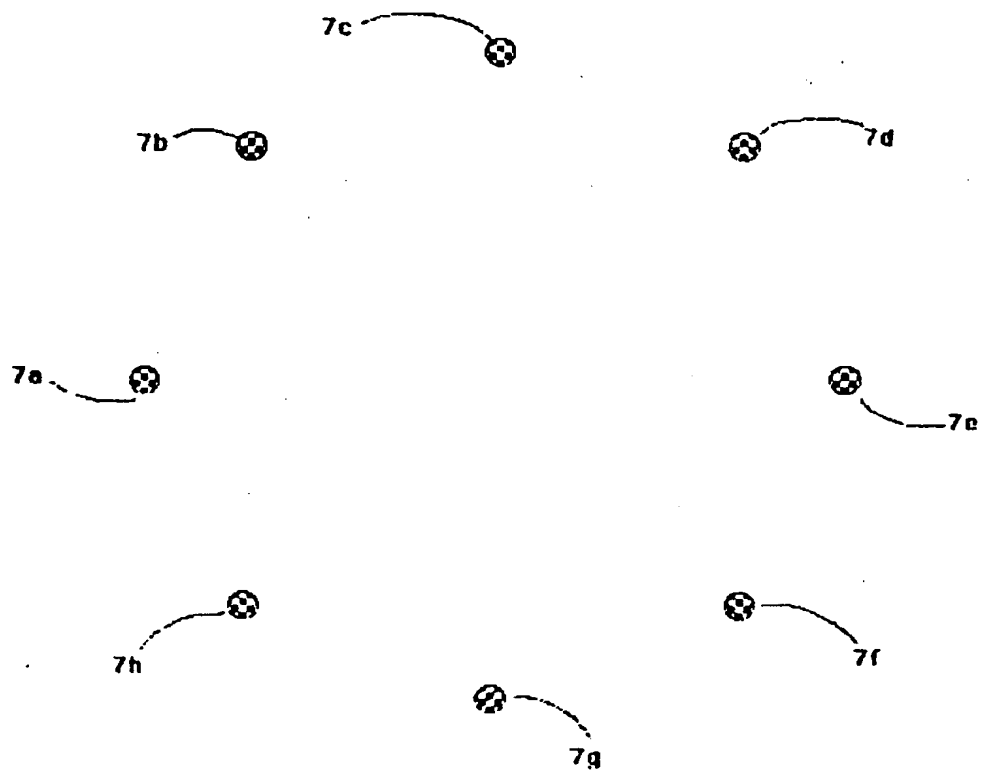


Fig.3

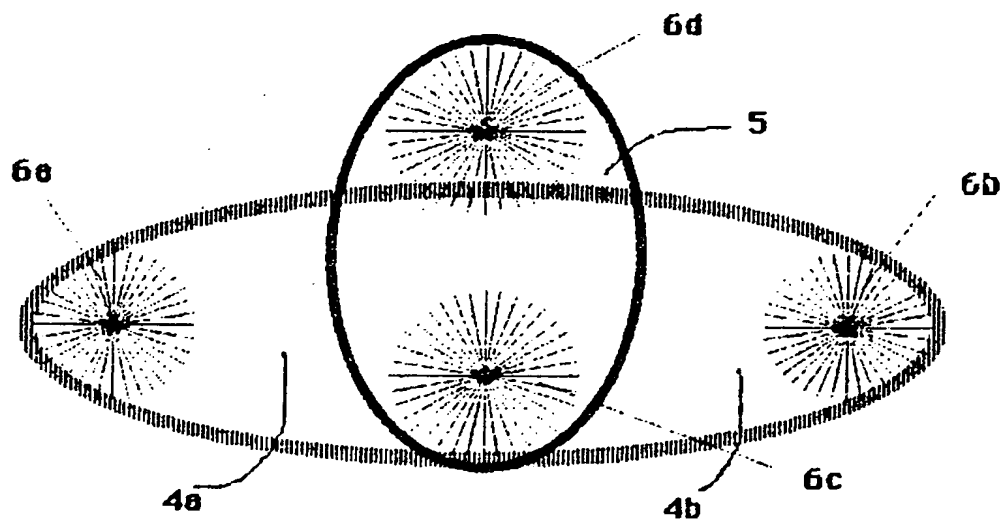


Fig.4

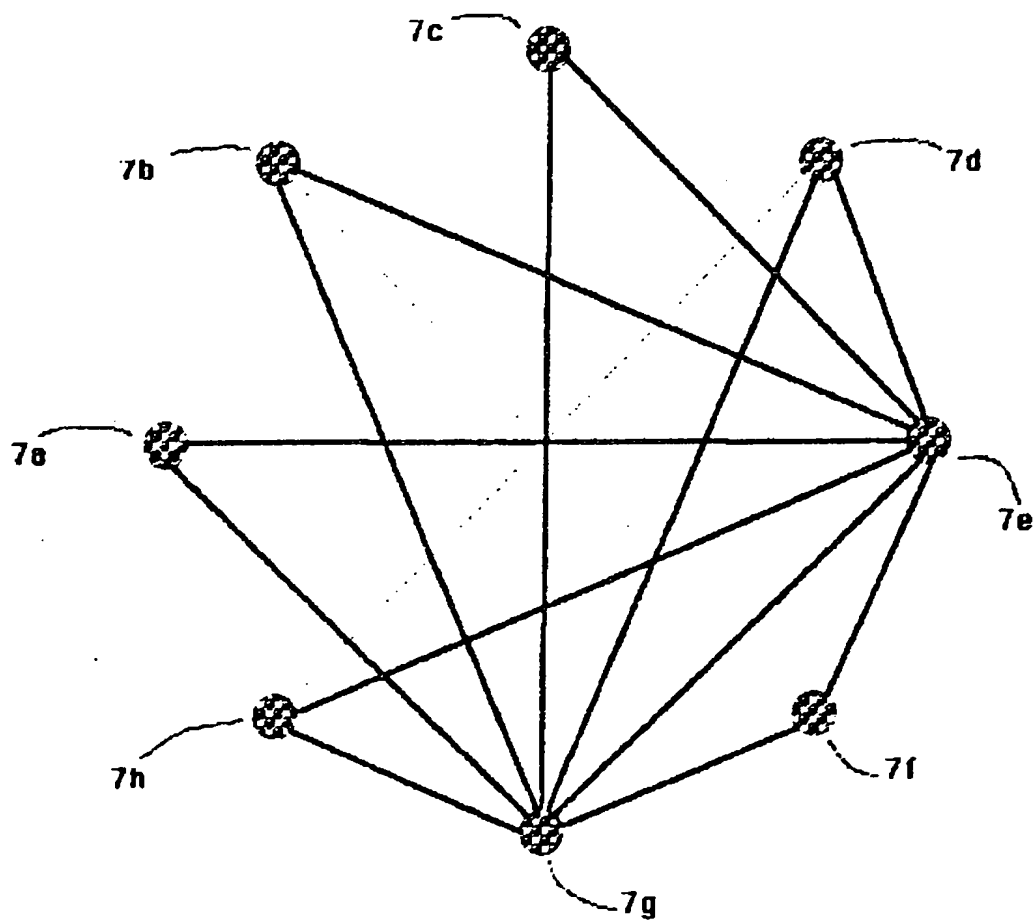
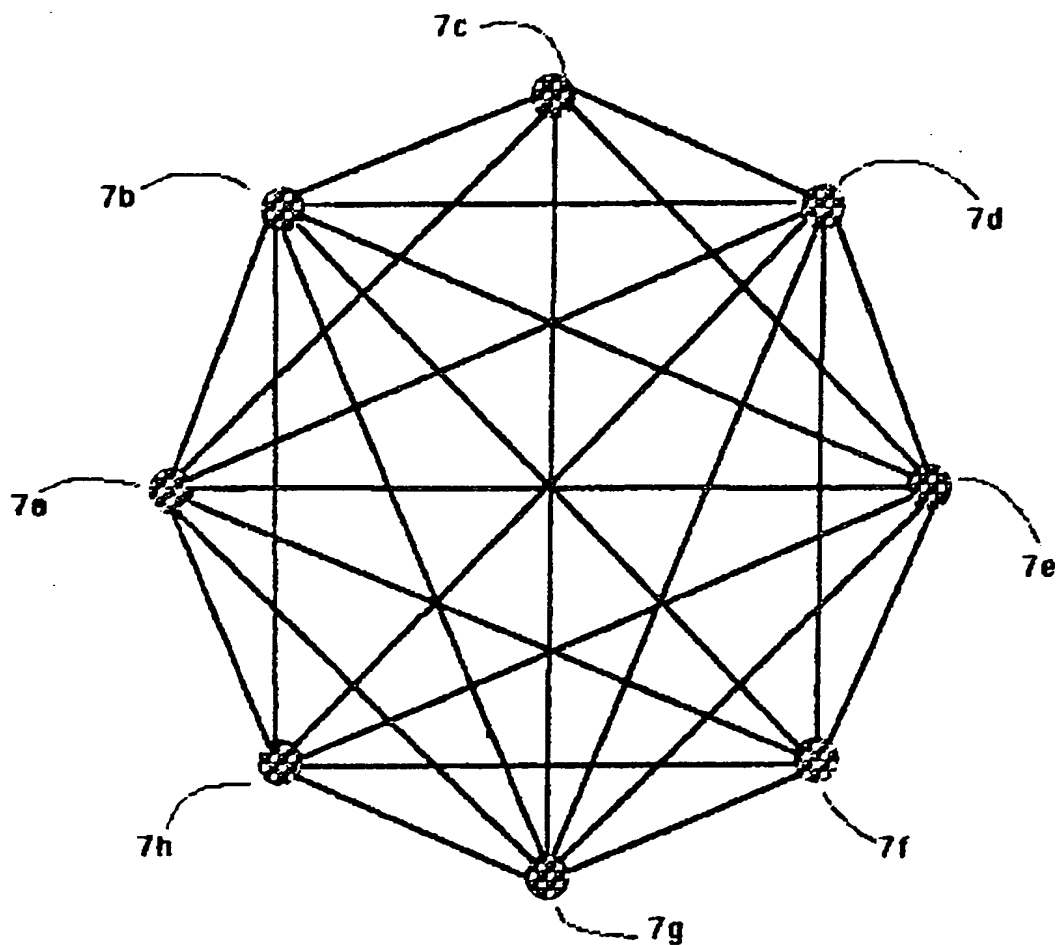


Fig.5





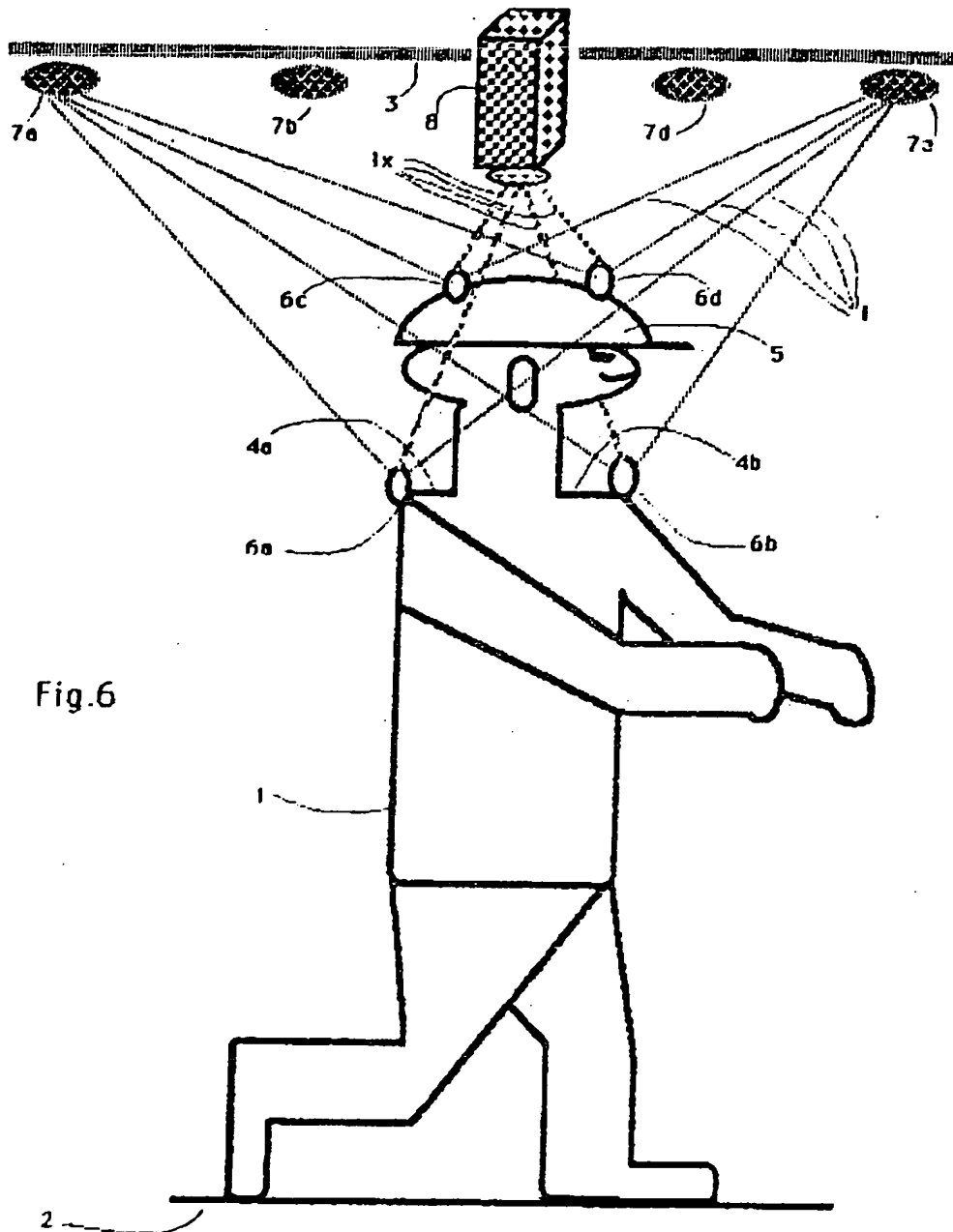


Fig.7

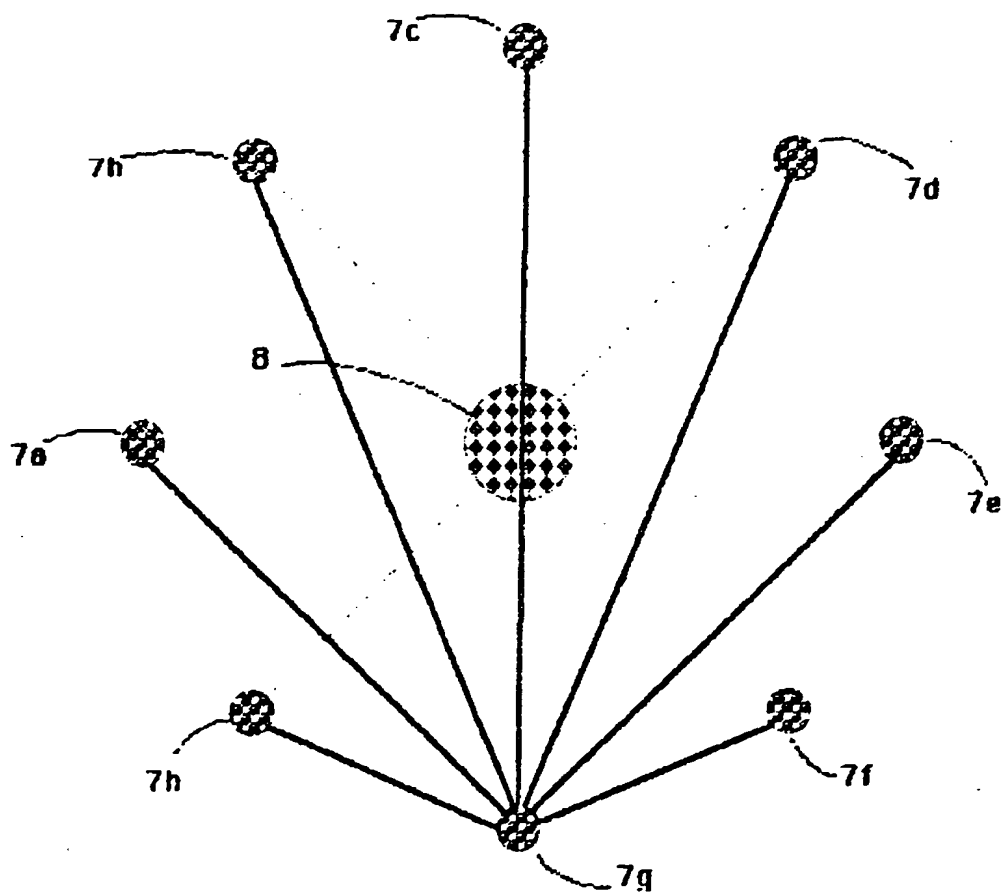
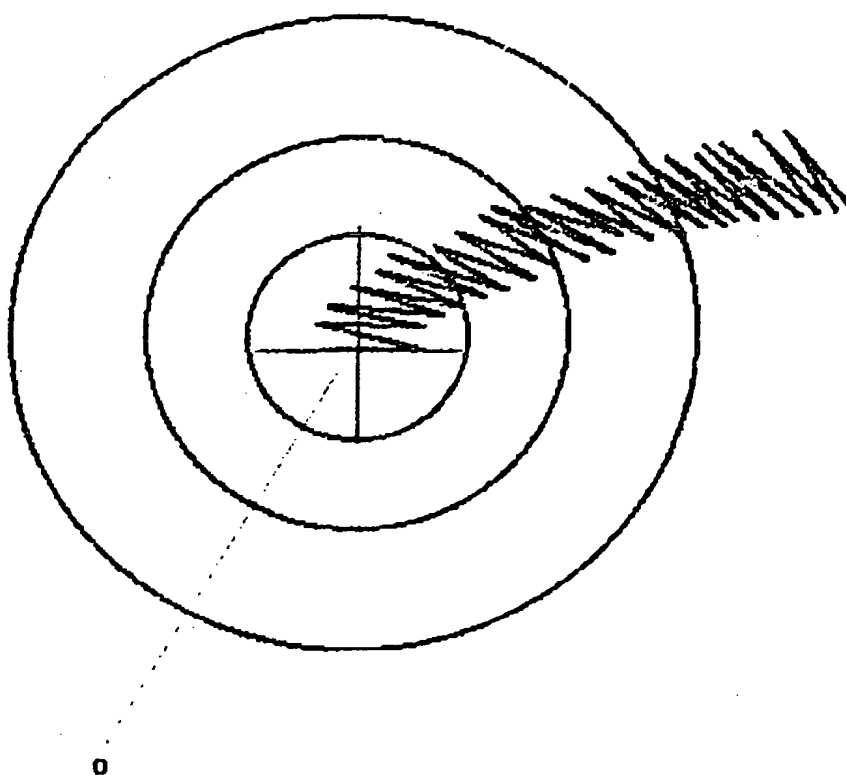
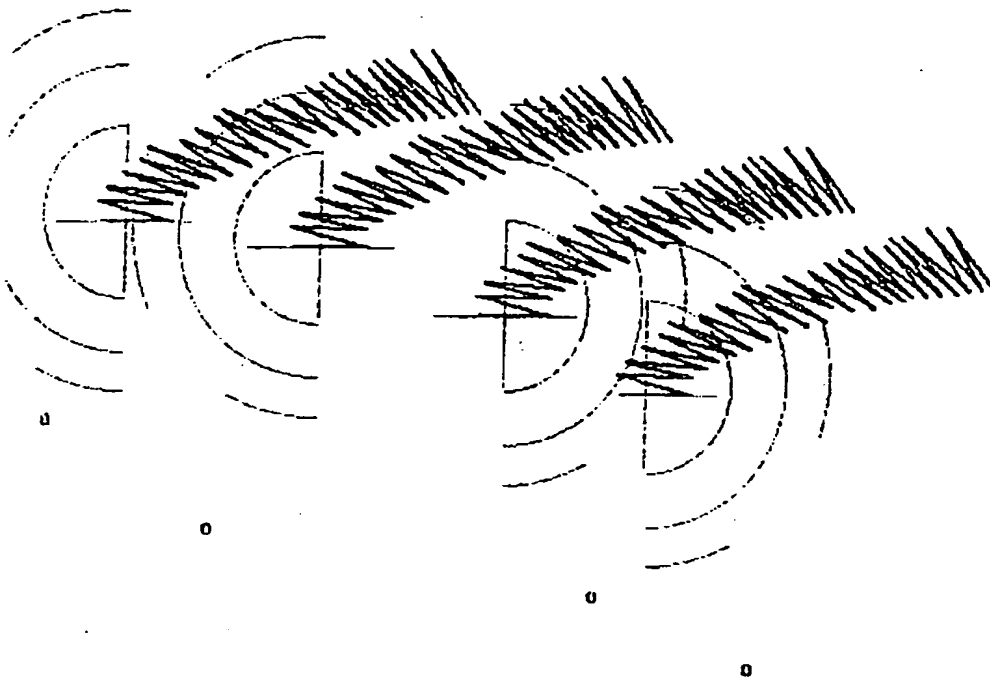


Fig.8



\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
.A9 0187 AE  
0187  
SSOFF  
1.2

Fig.9



DOCKET NO: TER-00264-2  
SERIAL NO: 10/034,918  
APPLICANT: Claussen  
LERNER AND GREENBERG P.A.  
P.O. BOX 2480  
HOLLYWOOD, FLORIDA 33022  
TEL. (954) 925-1100